

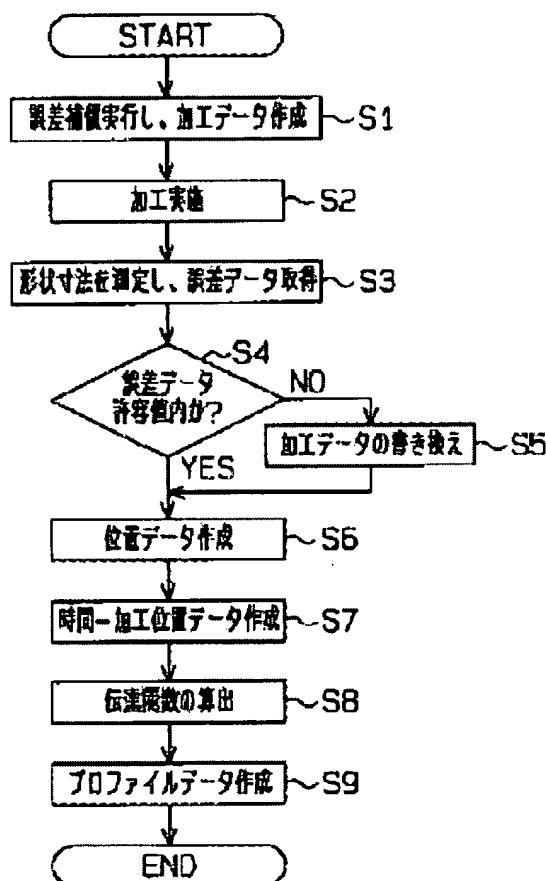
## GRINDING METHOD AND GRINDING DEVICE

**Patent number:** JP2001212757  
**Publication date:** 2001-08-07  
**Inventor:** YASUMI SADATSUNE  
**Applicant:** NIPPEI TOYAMA CORP  
**Classification:**  
**- international:** B24B19/08; B24B19/12; B24B49/00; B24B49/05;  
 B24B19/00; B24B49/00; B24B49/02; (IPC1-7):  
 B24B49/05; B24B19/08; B24B19/12; B24B49/00  
**- european:**  
**Application number:** JP20000026494 20000203  
**Priority number(s):** JP20000026494 20000203

Report a data error here

### Abstract of JP2001212757

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To measure the shape of a machined workpiece so as to carry out grinding with higher accuracy. **SOLUTION:** A control unit 23 is arranged. In the control unit 23, every time when a measurement result is fed from a shape measurement device 31 and error data is stored in a memory, the error data is converted into a mechanical condition in machining according to a predetermined processing procedure so as to be used as position data, and on the basis of the position data, new target input position data is produced according to a predetermined error compensation processing procedure. On the basis of the new target input position data, new profile data is produced for performing finishing. In this way, an error occurring due to influence of deformation of a workpiece because of grinding stress, deformation of a workpiece supporting system, or fluctuation in grinding efficiency of a grinding wheel is compensated, so that grinding is carried out with higher accuracy in comparison with conventional error compensation.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

**BEST AVAILABLE COPY**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-212757  
(P2001-212757A)

(43)公開日 平成13年8月7日(2001.8.7)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
B 2 4 B	49/05	B 2 4 B	49/05
	19/08		19/08
	19/12		19/12
	49/00		49/00
			Z 3 C 0 3 4
			C 3 C 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-26494(P2000-26494)

(22)出願日 平成12年2月3日(2000.2.3)

(71)出願人 000152675

株式会社日平トヤマ

東京都品川区南大井6丁目26番2号

(72)発明者 安味 貞恒

富山県東礪波郡福野町100番地 株式会社

日平トヤマ富山工場内

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣 (外1名)

Fターム(参考) 3C034 AA13 BB32 CB01 DD20

3C049 AA03 AA13 AB01 AB06 BA02

BA07 BB02 BB08 BB09 BC01

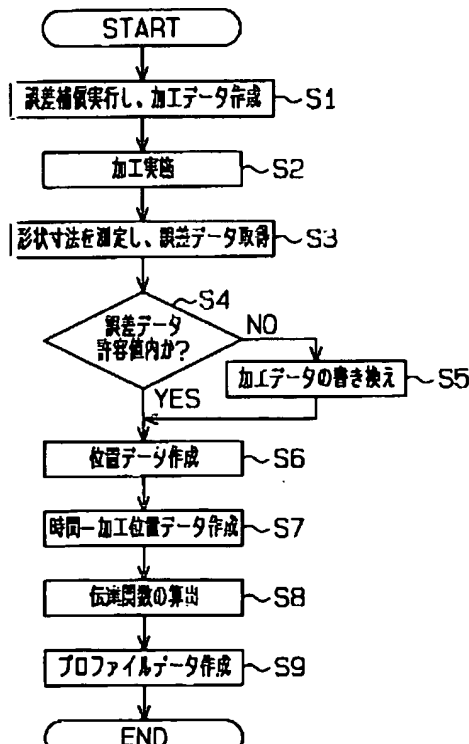
BC02 CA01 CB01 CB04

(54)【発明の名称】 研削方法及び研削装置

(57)【要約】

【課題】 加工済みワーク形状を測定して、より高精度に研削加工を実施することができるようにする。

【解決手段】 制御部23を設ける。制御部23は、形状測定装置31から測定結果が供給されて誤差データがメモリに蓄積される度に、この誤差データを所定の処理手順で加工時の機械条件に換算して位置データとし、この位置データに基づいて所定の誤差補償の処理手順にて新しい目標入力位置データを生成する。このデータに基づいて新たなプロファイルデータを作成して仕上げ加工を実施する。このことにより、従来の誤差補償に比べて、研削応力によるワークの変形、ワーク支持系の変形、あるいは、砥石の切れ味変化等の影響による発生誤差を補償し、より高精度な研削加工を可能とする。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワークを主軸に保持して回転させるとともに、

プロファイルデータに基づいてサーボモータを制御することにより、主軸の軸線と平行な軸線上において回転する砥石車を装着した砥石台を、ワークの回転と同期して前後動作させることにより、砥石車によりワークの外周面を研削加工するようにした非円形ワークの研削方法において、

ワーク測定手段により測定した加工済みワークの外周形状寸法から前記砥石台の実移動位置データを取得し、当該実移動位置データを基にサーボモータの位置フィードバック制御における新たなプロファイルデータを作成してワークを研削加工することを特徴とする研削方法。

【請求項2】 請求項1において、前記新たなプロファイルデータが、実移動位置データをフーリエ変換し、フーリエ変換後のデータから前記砥石台のフィードバック制御における伝達関数を取得して作成されたことを特徴とする研削方法。

【請求項3】 請求項2において、加工済みワークの外周形状寸法と仕上がり理想寸法との誤差を誤差データとして取得し、当該誤差データがあらかじめ定められた許容値の範囲から外れた場合に、前記研削加工に用いられたプロファイルデータを前記新たなプロファイルデータに書き換えて研削加工を実施することを特徴とする研削方法。

【請求項4】 ワークを回転可能に保持する主軸と、その主軸の軸線と平行な軸線上において砥石車を回転させるとともに、その砥石車を装着した砥石台をワークの回転と同期して前後動作させて、その砥石車によりワークの外周面を研削加工するようにした非円形ワークの研削装置において、

請求項1～3のいずれかに記載の動作を実行させる制御手段を設けたことを特徴とする研削装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば、カムやクランクピン等に代表される非円形ワークの加工に用いて好適な研削方法及び研削装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のカム研削装置においては、位置決め制御装置を備えており、この位置決め制御装置によりサーボモータの回転をフィードバック制御する。そして、サーボモータの回転駆動力を送りねじ等により構成される駆動機構を介して砥石車を備えた砥石台に伝達して砥石台の位置決めを行う。実際の位置決め制御に際しては、プロファイルデータに基づいた位置指令（目標入力位置データ）により砥石台の移動制御がなされる。

【0003】そのプロファイルデータを得るためには、ワークの形状を表すリフトデータに基づきワークを主軸

に保持して回転させるとともに、その主軸の回転と同期して砥石台を所定の位置間で往復運動させて、ワークを研削するための砥石台位置移動データを取得し、当該位置移動データから伝達関数を求め、更にその伝達関数から逆伝達関数を求めて砥石台を移動制御して加工するためのプロファイルデータを得ている。

【0004】また、高速・高精度に位置決めを行う制御装置の一つとして特開平10-333752号公報に示される位置決め制御装置が知られている。この位置決め制御装置は、移動体の位置実測手段としてリニアスケールを用いる。そして、このリニアスケールより得られる移動体の位置実測結果に基づいてサーボモータの駆動制御に用いる伝達関数を補正することにより高速移動する移動体の位置決め制御を高精度に実現する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した方法によりプロファイルデータを得て、さらに位置実測結果に基づいて伝達関数の補正を繰り返しながら位置決め制御を行って加工を実施しても、その加工されたワークに対して寸法測定を行うと、理想値に対して2～3 $\mu$ m以上の形状誤差が未だ生じる問題点があった。形状誤差を発生させる要因としては、研削応力によるワークの支持系の各部位の変形、あるいは、ワークの変形や、砥石の切れ味変化等の影響が考えられるとともに、リニアスケールの熱膨張の影響も考えられる。そして、精密な位置測定器としてのリニアスケールを用いたとしても、これらの要因に対して解析し、対処するためには、大規模かつ複雑な装置及び解析処理が必要となる。

【0006】この発明は、このような従来の技術に存在する問題点に着目してなされたものである。その目的とするところは、簡単な構成で、より高精度に仕上げ加工を実施することができる研削方法及び研削装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、ワークを主軸に保持して回転させるとともに、その主軸の軸線と平行な軸線上において回転する砥石車を装着した砥石台を、プロファイルデータに基づいてワークの回転と同期して前後動作させることにより、砥石車によりワークの外周面を研削加工するようにした非円形ワークの研削方法において、ワーク測定手段により測定した加工済みワークの外周形状寸法から前記砥石台の実移動位置データを取得し、当該実移動位置データを基に砥石台を移動するサーボモータの位置フィードバック制御における新たなプロファイルデータを作成してワークを研削加工することを要旨とする。

【0008】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の研削方法において、前記新たなプロファイルデータが、実移動位置データをフーリエ変換し、フーリエ変換

後のデータから前記砥石台のフィードバック制御における伝達関数を取得して作成されたことを要旨とする。

【0009】請求項3に記載の発明は、請求項2において、加工済みワークの外周形状寸法と仕上がり理想寸法との誤差を誤差データとして取得し、当該誤差データがあらかじめ定められた許容値の範囲から外れた場合に、前記研削加工に用いられたプロファイルデータを前記新たなプロファイルデータに書き換えて研削加工を実施することを要旨とする。

【0010】請求項4に記載の発明は、ワークを回転可能に保持する主軸と、その主軸の軸線と平行な軸線上において砥石車を回転するとともに、その砥石車を装着した砥石台をワークの回転と同期して前後動作させて、その砥石車によりワークの外周面を研削加工するようにした非円形ワークの研削装置において、請求項1～3のいずれかに記載の動作を実行させる制御手段を設けたことを要旨とする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明がカム研削盤に適用された一実施形態について図面を参照して説明する。

【0012】図1及び図2に示すように、ワーク支持台1は基台2の一侧上面に図中矢印Zにて示す水平方向へ移動可能に支持されている。主軸台3は、ワーク支持台1の上面に配設され、カムシャフトWの一端を着脱可能に支持するための主軸4及び主軸4を回転させるためのサーボモータよりなる主軸用モータ5を備えている。

【0013】心押台6は、主軸4との間隔を調整自在にワーク支持台1の上面に配設され、ワークとしてのカムシャフトWが主軸4とこの心押台6との間においてZ方向へ延びるように回転可能にかつ着脱可能に支持される。カムシャフトWには、複数の非円形カムWaが軸線方向へ所定の間隔で形成され、これら非円形カムWaの外周面が被研削面Wbとなっている。そして、カムシャフトWは、この支持状態で主軸用モータ5の駆動に伴い、所定の方向に回転される。

【0014】エンコーダ7は、主軸用モータ5に取り付けられ、このエンコーダ7において発生した回転検出パルスが図3に示す制御手段としての制御装置18に供給される。制御装置18は主軸用モータ5の回転を制御する。従って、主軸用モータ5の回転は、制御装置18及び主軸用モータ5の回転角度を検出するエンコーダ7で形成される閉ループによってフィードバック制御される。

【0015】砥石台8は、基台2上にカムシャフトWの軸線と直交する水平方向（図中矢印Xにて示す）へ移動可能に支持されている。サーボモータよりなる砥石台モータ9は、基台2の側部に取り付けられ、この砥石台モータ9により送りねじ10が回転されて、砥石台8がカムシャフトWと近接または離間するX方向へ移動され

る。エンコーダ11は、砥石台モータ9に取り付けられ、このエンコーダ11において発生した回転検出パルスが前記制御装置18に供給される。制御装置18は砥石台モータ9の回転を制御する。

【0016】砥石台8の側部には、リニアスケール及びカウンタ等からなるリニア測定器19が取り付けられている。リニア測定器19は、砥石台8のX方向の移動量を測定し、その値を示す位置検出情報を生成する。このリニア測定器19において、生成された位置検出情報も、後述する制御装置18に供給される。

【0017】従って、砥石台モータ9は、制御装置18、砥石台モータ9の回転角度を検出するエンコーダ11で形成される閉ループによってフィードバック制御される。砥石車12は、主軸4と心押台6との間に保持されたカムシャフトWの軸線と平行な支軸13により砥石台8上に回転可能に支持されている。砥石車回転用モータ14は、砥石台8上に配設され、この砥石車回転用モータ14によりプーリ15、16およびベルト17を介して砥石車12が一方向に回転される。なお、砥石台8には、図示しない研削液の供給機構が配設されており、カムシャフトWの被研削面Wb及び砥石車12の研削面に対して研削液が供給される。

【0018】図3は、この発明の一実施形態における制御装置18の構成を示す。なお、図1及び図2における同一の部材には、同一の参照符号が付されている。制御装置18は、制御手段としてのマイクロコンピュータ及びメモリを中心に構成された制御部23と、主軸用モータ5、砥石台モータ9、砥石車回転用モータ14のそれぞれに対応して設けられた3個の駆動回路24、25、26とを有している。

【0019】制御装置18は、図示されていない設定スイッチ及びテンキー等を備えた操作入力部等を有する。操作入力部は、操作部材の状態に応じた検出情報を生成して制御部23に供給する。制御部23は、操作入力部からの検出情報に応じて各種情報を生成し、必要に応じて制御部23のメモリの所定の領域にその情報を格納する。

【0020】具体的には、操作入力部が操作されることにより加工に先立って仕上がり理想形状を得るためのプロファイルデータと、その仕上がり寸法に対する許容値を示す許容値データとが制御部23のメモリに予め登録される。プロファイルデータは、前述のように、非円形カムWa形状の仕上がり加工を制御するデータであり、このデータに基づき制御部23は砥石台8を移動する目標入力位置データを算出する。また、許容値データは、制御部23においてなされる判定処理に用いられる情報で、前記仕上がり寸法に対する後述する誤差データの上限値及び下限値を示し、任意に設定される。

【0021】制御部23は、このプロファイルデータに基づいてカムシャフトWの非円形カムWaの仕上がり寸

法に応じた主軸4の回転角度と回転速度との関係を規定するとともに、主軸4の回転角度と砥石台8の送り量との関係を規定する目標入力位置データを生成する。そして、制御部23は、砥石台8の位置情報として得られるエンコーダ7、11からの回転検出パルスと、生成した目標入力位置データとに基づいて駆動回路25に対し制御信号を出力し、砥石台モータ9に駆動出力が供給される。

【0022】そして、プロファイルデータに基づいた主軸制御データより駆動回路24の駆動出力が主軸用モータ5に、研削制御指令より駆動回路26の駆動出力が砥石車回転用モータ14にそれぞれ供給される。その結果、研削加工時には、主軸4がその回転角度に応じた速度で回転されるとともに、砥石台8が主軸4の回転角度に応じて進退移動されて、主軸4に装着されたカムシャフトWの非円形カムWaが所定形状に研削される。

【0023】このように構成されたカム研削盤により実際にカムシャフトWに対して加工を実施する場合には、位置決め送り、粗研削、仕上げ、早戻しの順序で動作が実行される。制御部23は、仕上げ加工時には、誤差補償の処理手順により位置決め制御を行う。

【0024】具体的には、制御部23において、加工する非円形カムWaによってプロファイルデータが選択され、そのプロファイルデータに基づいて砥石台8の目標入力位置データが算出される。その目標入力位置データにより砥石台モータ9を駆動回路25を介して制御するとともに、加工済みワークの測定結果と理論データから夫々の砥石台8の位置データを作成する。これにより、砥石台8の送り速度情報から仕上げ加工時の時間-加工位置データが作成され、この処理により非円形カムWaの寸法を砥石台8の実移動量として実移動量フーリエ変換データを得る。そして、砥石台8の速度情報からの時間-加工位置データと加工時に用いられた目標入力位置データとをそれぞれフーリエ変換して得られる実移動量フーリエ変換データと目標入力位置フーリエ変換データとから、砥石台8の新たな移動位置を決定するための伝達関数を算出する。フーリエ変換して得られた伝達関数と逆伝達関数から新たな目標入力位置フーリエ変換データを算出した後、新たな目標入力位置データであるプロファイルデータを得る。

【0025】本発明では、カムシャフトWの加工過程における砥石台8の実移動量を得るため、形状測定装置31を用いて研削済みの非円形カムWaの軸心を回転させて、半径寸法を測定する。そこで得られた砥石台8の実移動量データをフーリエ変換して実移動量フーリエ変換データを求める。そして、既に得られている目標入力位置フーリエ変換データと実移動量フーリエ変換データとから砥石台8の移動位置を決定するための伝達関数を算出する。

【0026】次いで、その伝達関数と目標入力位置フー

リエ変換データとから新たな目標入力位置フーリエ変換データを算出した後、その新たな目標入力位置フーリエ変換データをフーリエ逆変換し、これにより得られた新たな目標入力位置データによるプロファイルデータにより砥石台モータ9を運転する。

【0027】このように制御部23が動作することによって、位置決め制御の対象である砥石台8の移動位置が、加工済み非円形カムWaの外周を測定することにより砥石台モータ9の回転角度として検出され、砥石台8の移動位置及び移動速度のフィードバック制御がなされる。このため、砥石台8と砥石台モータ9との間に介在する送りねじ10等の駆動機構において生じる撓み等の機械的変形による誤差が除去される。

【0028】制御装置18には、図3に示すように別体の形状測定装置31が接続されている。形状測定装置31は、上述したように加工が実施された加工済みの非円形カムWaの外周を測定し、その非円形カムWaの回転角度に応じた外周の測定結果を制御部23に供給する。制御部23において、形状測定装置31からの非円形カムWaの回転角度に応じた外周の測定結果と、理論データとの間の差を算出することにより、回転角度ごとの誤差データが生成される。この誤差データが逐次、制御部23のメモリに蓄積される。

【0029】上述した一実施形態の動作についてさらに詳細に説明する。図4は、目標入力位置データの書き換えまでの処理手順を示す。なお、図4における各ステップには、ステップS1～ステップS8の参照符号が付されている。

【0030】まず、ステップS1において、通常の処理手順により目標入力位置データ（図4においては、単に加工データと記す）が生成される。そして、ステップS2において、この目標入力位置データにより仕上げ加工を実施する。

【0031】仕上げ加工が完了すると、ステップS3において、形状測定装置31により加工済みの非円形カムWaの外周を測定し、回転角度に応じた外周の測定結果を制御部23に供給する。制御部23において、形状測定装置31からの非円形カムWaの回転角度に応じた外周の測定結果と、理論データとの間の差を算出することにより、回転角度に応じた誤差データが生成される。この誤差データが逐次、制御部23のメモリに蓄積される。

【0032】前記ステップS3において誤差データの取得がなされると、ステップ4において、前述した誤差データが、新たな目標入力位置データに対してあらかじめ設定された許容値範囲内か否かを判定する。その判定方法は、理想とするワーク形状と現誤差データが、理想とするワーク形状寸法に対して所定の演算を行なって得られた数値と許容値とを比較し、誤差データが許容値範囲内であるか否かを判定する。そして、許容値範囲内であ

ると判定された場合は、目標入力位置データの書き換えが行なわれることなく、次のステップへ移行する。

【0033】また、誤差データが許容値から外れている場合には、ステップS5に移行して、仕上げ加工に実際に用いられた目標入力位置データが新たな目標入力位置データに書き換えられる。この新たな目標入力位置データは、次の仕上げ加工データとして、ステップ3で得た誤差データがゼロになるように作成される。そして、新たな目標入力位置データを書き換える。

【0034】ステップS6において、理想とする砥石台の制御位置データが作成される。つまり、加工済みワークの測定結果と理論データから夫々の砥石台8の位置データが生成される。

【0035】そして、ステップS7において、砥石台8の送り速度情報から仕上げ加工時の時間-加工位置データが作成される。つまり、この処理により非円形カムW aの寸法を砥石台8の実移動量として実移動量フーリエ変換データを求める。

【0036】ステップS7の処理が完了すると、ステップS8において、所定の処理手順により砥石台送りの伝達関数が算出される。具体的には、前のステップで求めた砥石台8の速度情報からの時間-加工位置データと加工時に用いられた目標入力位置データとをそれぞれフーリエ変換して得られる実移動量フーリエ変換データと目標入力位置フーリエ変換データとから、砥石台8の新たな移動位置を決定するための伝達関数を算出する。

【0037】ステップS8における伝達関数の算出が完了すると、ステップS9において、新たなプロファイルデータが生成される。具体的には、ステップS8においてフーリエ変換して得られた伝達関数と逆伝達関数から新たな目標入力位置フーリエ変換データを算出した後、新たな目標入力位置データであるプロファイルデータを得る。

【0038】ステップ9における新たなプロファイルデータの生成が完了すると、処理が終了する。これにより、従来の誤差補償に比べて、研削応力によるワークの変形、ワーク支持系の変形、あるいは、砥石の切れ味変化等の影響による発生誤差の補償もなされ、理想とするワーク形状を得ることが可能となる。

【0039】この発明は、以下のような態様で具体化することも可能である。

・ 上述した一実施形態においては、制御装置18に形

状測定装置31を接続して測定結果を得る場合について説明したが、フロッピーディスク等の記録媒体を介して制御装置18に測定結果を入力するようにしても良い。

【0040】・ 形状測定装置31側においても理論データを共有して回転角度に応じた誤差データを生成し、得られた誤差データを制御部23に供給するようにし、そのままメモリに蓄積するようにしても良い。

【0041】・ 上述した一実施形態においては、カム研削盤にこの発明を適用した場合について説明したが、クランクピン研削盤や、非円形加工を行う他の加工機械に対して適用してもよい。

【0042】・ 前記一実施形態において、ステップS4の判別を省略してもよい。このようにすれば、新たな目標入力位置データが生成されるごとに、それまでの目標入力位置データが新たに書き換えられる。

【0043】

【発明の効果】この発明は、以上のように構成されているため、次のような効果を奏する。請求項1及び2に記載の発明によれば、加工済みワークの外周形状寸法を測定し、得られたデータをフィードバック制御することにより、加工誤差を最小限に抑えることができ、高精度なワーク研削加工を行なうことができる。

【0044】請求項3に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明の効果に加えて、安定的に加工精度をより高いレベルで維持することができるとともに、目標入力位置データの不要な書き換えを抑制して、研削作業を効率的に行うことができる。

【0045】請求項4に記載の発明によれば、簡単な構成で、より高精度に仕上げ加工を実施することができる研削盤を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態の構成を示す一部破断側面図。

【図2】同じく平面図。

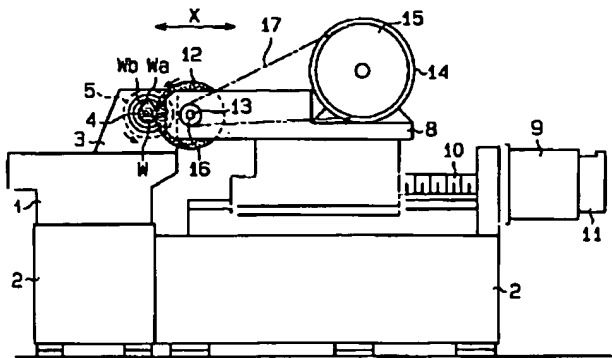
【図3】同じく制御装置の構成を示すブロック図。

【図4】同じく動作説明を示すフローチャート。

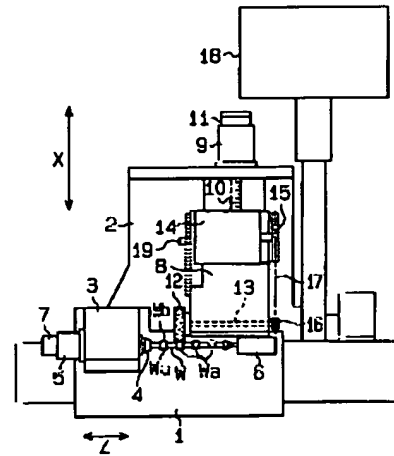
【符号の説明】

W a…ワークとしての非円形カム、4…主軸、5…主軸用モータ、8…砥石台、9…サーボモータとしての砥石台モータ、12…砥石車、14…砥石回転用モータ、23…制御手段としての制御部、24、25、26…駆動回路、31…形状測定装置。

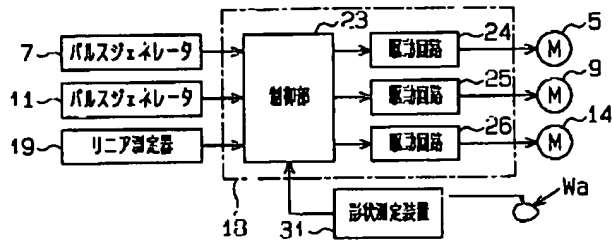
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

